

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

K. NAKAMA et al.

Serial No.: not yet assigned

Examiner: not yet assigned

Filing Date: December 21, 2001

Group Art Unit: not yet assigned

For: PHOTO DETECTOR AND OPTICAL DEMULTIPLEXER

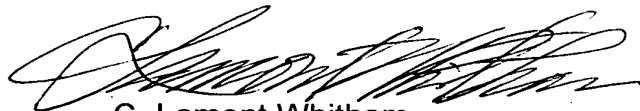
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application Number 2000-394406 dated December 26, 2001 which application the claim for priority is based.

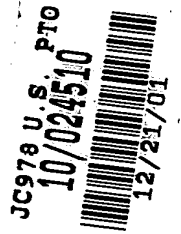
Respectfully submitted,



C. Lamont Whitham
Reg. No. 22,424

Whitham, Curtis & Christofferson, PC
11491 Sunset Hills Road, Suite 340
Reston, Virginia 20190

703-787-9400



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-394406

出 願 人

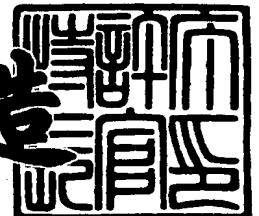
Applicant(s):

日本板硝子株式会社

2001年12月14日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3107933

【書類名】 特許願
【整理番号】 00P520
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子
株式会社内

【氏名】 仲間 健一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子
株式会社内

【氏名】 永田 久雄

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100069084

【弁理士】

【氏名又は名称】 大野 精市

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012298

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706787

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光検出器およびそれを用いた光分波器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受光素子と、該受光素子を実装したパッケージと、前記受光素子の受光面に被検出光を入射させる透光手段とを有する光検出器において、前記パッケージの受光素子に隣接する位置に、前記被検出光に略平行な光線の透過を可能にする手段を設けたことを特徴とする光検出器。

【請求項 2】

前記光線の透過を可能にする手段が、不透光性部材からなるパッケージの一部に設けた開口を透光性部材で封じた透光窓であることを特徴とする請求項 1 に記載の光検出器。

【請求項 3】

前記光線の透過を可能にする手段が、前記パッケージの少なくとも一部をなす透光性部材であることを特徴とする請求項 1 に記載の光検出器。

【請求項 4】

前記パッケージと前記受光素子の受光面に被検出光を入射させる透光手段とが一体成形された透光性部材であることを特徴とする請求項 1 に記載の光検出器。

【請求項 5】

複数の波長を含む入射光を回折格子に入射し、該回折格子によって分波された光を複数の受光素子を実装した光検出器に入射させる光学系からなる光分波器において、前記光検出器は、受光素子と該受光素子を実装したパッケージと、前記受光素子の受光面に分波された光を入射させる透光手段とを有し、かつ前記受光素子に隣接する位置に、前記受光素子に入射する分波された光と略平行な入射光の透過を可能にする手段を設け、前記回折格子に、前記入射光の透過を可能にする手段を介して入射光を入射することを特徴とする光分波器。

【請求項 6】

前記入射光の透過を可能にする手段が、不透光性部材からなるパッケージの一部に設けた開口を透光性部材で封じた透光窓であることを特徴とする請求項 5 に

記載の光分波器。

【請求項 7】

前記入射光の透過を可能にする手段が、前記パッケージの少なくとも一部をなす透光性部材であることを特徴とする請求項 5 に記載の光分波器。

【請求項 8】

前記パッケージと前記受光素子の受光面に分波された光を入射させる透光手段とが一体成形された透光性部材であることを特徴とする請求項 5 に記載の光分波器。

【請求項 9】

前記複数の波長を含む入射光を、前記入射光の透過を可能にする手段に近接して配置した光ファイバ端面から供給することを特徴とする請求項 5 に記載の光分波器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に波長多重光通信に用いる光検出器およびそれを用いた光分波器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光分波素子として用いられる回折格子には、表面凹凸構造をもつ平板または凹面回折格子、アレイ光導波路を用いた導波路型の回折格子、ファイバ自体に屈折率の周期構造を設けたブラッグ回折格子などがある。特に反射型の平板回折格子や凹面回折格子を用い、空間光学系で構成する光分波器は、光スペクトラムアナライザや、モノクロメータなど、広範囲に使用されている。

【0003】

光通信の分野では、狭帯域波長多重（DWDM）通信において、光ファイバ線路を伝搬する波長多重化された光信号を分波するために光分波素子が必要とされ、回折格子が広く用いられている。光ファイバを伝搬する波長多重化された光信

号を、回折格子で分波し、各波長（チャンネル）の光を各々対応する受光素子に入射させ、各チャンネルの光量をモニタする光分波器が提案されている（例えば、再公表特許W O 9 9 / 4 8 8 2 9 号）。このような分波したそれぞれの波長の光量をモニタする目的で使用される光分波器では、受光素子アレイによる光検出が行われる。

【 0 0 0 4 】

このような光分波器の構成の一例を図 8 に示す。図の光分波器は、光ファイバ 4、コリメータレンズ 2、平面型回折格子 3、受光素子アレイ 1 1 からなる。受光素子アレイ 1 1 はそれぞれ独立した光電変換を行う複数の受光素子 1 0 を配列したもので、通常は共通の半導体基板上に形成され、1 個の半導体チップからなっている。このチップは、長期的な信頼性の維持および取り扱いの観点から、C A N パッケージや D I P パッケージなどに実装して使用するのが一般的である。

【 0 0 0 5 】

ここでは、上記受光素子 1 0 あるいはそのアレイ 1 1 とそれを実装したパッケージ 1 3 とを含めた総体を光検出器 1 と呼ぶこととする。光検出器 1 は、受光素子アレイ 1 1 の受光面と対向する面に各受光素子 1 0 に入射する光を通過させるための手段として透光窓 1 2 を有している。なお、光検出器 1 は、光電変換した電気信号を外部へ取り出す電気配線手段をも有する必要がある。この電気配線手段としては、通常パッケージに埋め込まれたリードフレームやピン（端子）、またこれらと各受光素子を接続するボンディングワイヤ等があるが、図 8 ではこれらは省略されている。

【 0 0 0 6 】

光ファイバ 4 からの入射光 5 1 は、光ファイバの開口数に従って発散し、コリメータレンズ 2 で平行光 5 2 に変換されて、平面型回折格子 3 に入射する。平面型回折格子 3 で波長に応じてチャンネルごとに分波された回折光 5 3 は、再度コリメータレンズ 2 を通過し、収束光 5 4 に変換されて受光素子 1 0 の受光面上に集光され、光電変換される。

【 0 0 0 7 】

この構成の光分波器では、コリメータレンズ 2 が光ファイバ 4 からの発散光 5

1を平行にする役割と、回折格子3からの回折光53を受光素子10の受光面上に集光する役割とを兼ねることができるため、部品点数が少ないのが特徴である。また、回折効率が高く、温度に対する安定性が良好で、かつ低コストな光学系を構成するため、光ファイバ4と光検出器1をなるべく近接させ、回折格子3への入射角度と回折光からの出射角度がほぼ等しい、いわゆるリトロ配置に近い配置が特徴である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来技術は、光学特性に重大な影響を及ぼす問題点を有している。すなわち、光検出器1は、有限の大きさを有するパッケージ13の内部に受光素子アレイ11を実装している。このため、理想的なリトロ配置になるように光ファイバ4と受光素子アレイ11を配置しようとしてもパッケージ13が邪魔になり、光ファイバ4と光検出器1を一定距離以上近接して配置することができない。

【0009】

このような場合、つぎのような光学特性上の問題が生じる。コリメータレンズ2から、回折格子3に向かう光線、および回折格子3で回折し、光検出器1に向かう光線は、コリメータレンズ2を中心としてみると、軸外光線となり、コリメータレンズ2の軸外収差、すなわち、コマ収差や非点隔差などの影響を受ける。これにより、受光素子10上に集光するスポット形状が大きくなったり、変形したりして、受光素子10の受光面への集光効率を低下する場合がある。また、受光素子アレイにおいては、各受光素子（チャンネル）間のクロストークを悪化させるような問題も生じる。

【0010】

これらの問題点を解決するため、パッケージ13を除去し、受光素子アレイ11を半導体チップのままで扱おうとすると、信頼性上の問題が発生し、長期にわたって安定した動作を保証することができない。また半導体チップが露出した状態では、光分波器を組み立てる際の取り扱いの困難さが増大する。

一方、パッケージ13をできるだけ小型化する対策も考えられるが、前述の信

頼性の観点から封止構造を採らざるを得ず、そのために小型化には限界がある。

【0011】

本発明は、このような従来技術に存在する問題に着目してなされたものである。その目的とするところは、主に波長多重光通信に用いる光検出器および光分波器において、光ファイバと光検出器内に実装される受光素子アレイの位置関係を、光検出器パッケージの形状の制限から解放し、光学系の設計に従った位置に配置することを可能にし、理想的な光学性能を実現することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の光検出器は、受光素子と、その受光素子を実装したパッケージと、受光素子の受光面に被検出光を入射させる透光手段とを有し、パッケージの受光素子に隣接する位置に、被検出光に略平行な光線の透過を可能にする手段を設けたことを特徴としている。

【0013】

上記の光線の透過を可能にする手段は、不透光性部材からなるパッケージの一部に設けた開口を、透光性部材で封じた透光窓である。あるいはパッケージの少なくとも一部を透光性部材で構成してもよい。さらに、パッケージと受光素子の受光面に被検出光を入射させる透光手段とを一体成形された透光性部材としてもよい。

【0014】

本発明の光分波器は、複数の波長を含む入射光を回折格子に入射し、回折格子によって分波された光を複数の受光素子を実装した光検出器に入射させる光学系からなる。ここで用いる光検出器は、受光素子と、受光素子を実装したパッケージと、受光素子の受光面に分波された光を入射させる透光手段とを有し、かつ受光素子に隣接する位置に、受光素子への入射光の透過を可能にする手段を設け、回折格子に、入射光の透過を可能にする手段を介して入射光を入射するように構成されている。

【0015】

上記入射光の透過を可能にする手段は、不透光性部材からなるパッケージの一

部に設けた開口を、透光性部材で封じた透光窓である。あるいはパッケージの少なくとも一部を透光性部材で構成してもよい。この入射光の透過を可能にする手段に近接して光ファイバ端面を配置すれば、入射光を容易に供給することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明による光検出器の実施形態を図1に示す。

この形態では、光検出器1は、従来と同様に不透光性部材からなるパッケージ13に受光素子アレイ11を接着実装しており、この受光素子アレイ11に対向する位置に各受光素子10に入射する被検出光を透過させる手段である第一の透光窓12を有している。ただし、電気配線手段は図示を省略している。

【0017】

本発明の光検出器1は、不透光性のパッケージ13の受光素子アレイ11に隣接する位置に開口14が形成されているのが特徴である。この開口14は、受光素子アレイ11を封止実装するために透光性部材15によって封じられ、第二の透光窓16として機能する。

【0018】

光検出器1で検出される光線とほぼ平行な光線が、パッケージ13の裏面から照射されると、この光線はまず第二の透光窓16を透過して、光検出器1の内部に一旦進入し、第二の透光窓12から外部に出る。すなわち、通常であれば光検出器のパッケージで遮られる光線が、透過できる。この透過光を、例えば光検出器前方に置いた反射手段で反射させ、再び透光窓12を通して光検出器1に入射させることができる。このような光学系では、光検出器の裏面方向からの入射光をほぼ逆進させて検出する配置がとることができる。

【0019】

したがって、本発明により、光検出器1のパッケージ13の構造や寸法に制限されずに、光学設計に基づいて受光素子10に対する光の入射位置を最適に近い状態で選択することができるようになる。入射光には、空間伝搬するコリメート光や収束光、発散光、光ファイバ端面からの出射光などが用いられる。また開口

14に接近して置かれたピンホールや光学素子などによって、所望の強度分布や角度分布、空間分布に整形した光など、光学設計に応じて自由に選択することができる。

【0020】

また、開口14の大きさはパッケージ13の寸法の許す範囲において任意に選択できる。例えば、開口14を光ファイバ4のコア径程度のピンホール状に非常に小さくしてもよく、逆に、図2のように、開口14を非常に大きくし、実質的にパッケージ13の底部全体を透光性部材15とし、その上に受光素子アレイ11を配置してもよい。この場合は、受光素子アレイのチップや電気配線によって光が遮られる部分を除いて、パッケージの比較的広い範囲を光が透過できるので、入射光の位置の自由度を高くできるという利点がある。いずれにしても光検出器1内の受光素子アレイ11と隣接した位置を光が透過できるように透光手段が設けられていることが重要である。

【0021】

透光性部材は、使用波長の光を透過するものであればよく、例えば、1310nmや1550nmなどの光通信に用いられる赤外域用であれば、石英ガラス、パイレックス、ゼロデュア、BK7、テンパックス、7059、1735、サファイヤガラスのようなガラス材料、あるいはシリコンのような半導体材料、アクリルやポリカーボネート、シリコーンなどの樹脂材料などを使用することが可能である。

【0022】

また、パッケージ13と透光窓12、16で封止された空間の媒質も使用波長の光を通過するものであればよく、空気、窒素、アルゴンなどの気体が一般的であるが、マッチングオイルや純水、グリスなどの液体、シリコーンやエポキシ、アクリル、シリコーン等、接着や封止、プレス成形、射出成形に用いる樹脂等を充填してもよい。

【0023】

前記透光性部材と光検出器内の空間媒質とを同じ材料とすることも界面での反射損失を防止する点から好ましい。図3のように、実装用キャリア17上に受光

素子10または受光素子アレイ11を実装し、電気出力引き出し用の配線（図示していない）を設けたうえで、前記した透光性の樹脂等で全体を封止した透光性成形体18によりこのような構造を実現することができる。

【0024】

なお、透光性部材と空間媒質が異なる材料の場合は、界面に反射損失を減少するための反射防止膜を施すことが好ましい。

また、窓面の面精度は、光が透過することにより、波面収差が増大して光学特性が悪化しないように、使用波長において、光が通過する領域内で1波長以下であることが望ましい。

【0025】

また、パッケージ13の外形形状と材料は任意に選択できるが、パッケージの材料と透光性部材の膨張係数差は、 $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以内、もしくは透光性部材の膨張係数の10%以内であることが望ましく、同一の材料を使用することがもっとも望ましい。

【0026】

つぎに本発明による光検出器を用いた光分波器について説明する。構成の一例を図4に示す。光学系への光の入射手段として単一モード光ファイバ4を使用している。この光ファイバ4の出射端と受光素子アレイ11は、コリメータレンズ2、回折格子3を介して共役な位置になるようにリトロ配置されている。

【0027】

使用した光検出器のパッケージ上面を取り除いた状態での平面図を図5に示す。パッケージには、DIP型のセラミックパッケージ23を使用し、パッケージ自体は不透光性である。受光素子アレイ21は受光面積 $30 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ のInGaAsP/InP系受光素子を、 $50 \mu\text{m}$ 間隔で22素子直線状に配列したものである。分波光を入射する第一の透光窓（パッケージ上面に設けられているため、図示されていない）と光ファイバからの入射光を透過する第二の透光窓26に用いた透光性部材は、ともにサファイヤガラスを用いた。受光素子アレイ21のチップ端部と第二の透光窓26の端部の最短距離は約1.9mmとし、透光窓の大きさは $4.9 \text{mm} \times 3.2 \text{mm}$ 、有効開口部の大きさは 3.7×2.0

mmとした。受光素子アレイ 2 1 を構成する各受光素子の上部電極とパッケージのリードフレームはワイヤボンドで接続されているが、図では省略している。このリードフレームの端部がパッケージ外に出て複数の接続端子 2 8 (この場合、2 4 ピン) となっている。パッケージの内部には乾燥窒素を充填、封止した。

【 0 0 2 8 】

パッケージの開口 1 4 の大きさは、光ファイバ端を保持するキャピラリ 5 を挿入固定できる寸法とした。コリメータレンズ 2 の焦点距離は約 5 0 mm、回折格子の格子定数は約 $1.1 \mu\text{m}$ とした。本構成により、光ファイバ 4 と受光素子の距離を、本発明によらない場合には不可能な、1 mm 程度にすることができた。

【 0 0 2 9 】

本発明による、光分波器の分波特性を図 6 に、比較例として、従来の光検出器を使用した場合の分波特性を図 7 に、それぞれ示す。

従来の光検出器を用いた場合では、図 7 に示すように、軸外収差のために集光スポットが拡大し、それによってクロストークが悪化しているが、本発明の光検出器を用いることにより、図 6 に示すようにクロストーク、フィルタ特性とも改善され、良好な結果が得られた。

【 0 0 3 0 】

本実施例では、回折格子 3 に平板型の回折格子を使用した。コリメータレンズ 2 と回折格子 3 を凹面弧上に形成した回折格子に置き換えることが可能である。

【 0 0 3 1 】

以上では、本発明の光検出器を用いた光分波器の構成例を説明したが、入射光を折り返して検出する光学系を必要とする光学機器であれば、本発明の光検出器は光学系の設計の自由度を向上させるために有用である。

【 0 0 3 2 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、通常のパッケージでは制約される光ファイバまたは空間からの入射光と受光素子の受光面との光学的な位置を、透光窓を介して光を入出射させることを前提に、自由に設計することが可能になる。

したがって、特に光学系の軸上に光ファイバと受光素子を配置することによって、理想的な性能が実現できる光学系、例えば、光ファイバと受光素子とを近接して軸上に配置する必要があるような回折格子を用いたリトロ配置の光学系では、軸外収差を抑圧した光学系構成が可能になり、低コストで理想的な光学性能を実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による光検出器の基本構造を示す断面図である。

【図 2】

本発明による光検出器の他の基本構造を示す断面図である。

【図 3】

本発明による光検出器の他の基本構造を示す断面図である。

【図 4】

本発明の光検出器を使用したリトロ配置の光分波器の光学系を示す図である。

【図 5】

本発明の光検出器の実施例を示す平面図である。

【図 6】

本発明の光分波器の特性を示す図である。

【図 7】

従来の光分波器の特性を示す図である。

【図 8】

従来の光検出器を使用したリトロ配置の光分波器の光学系を示す図である。

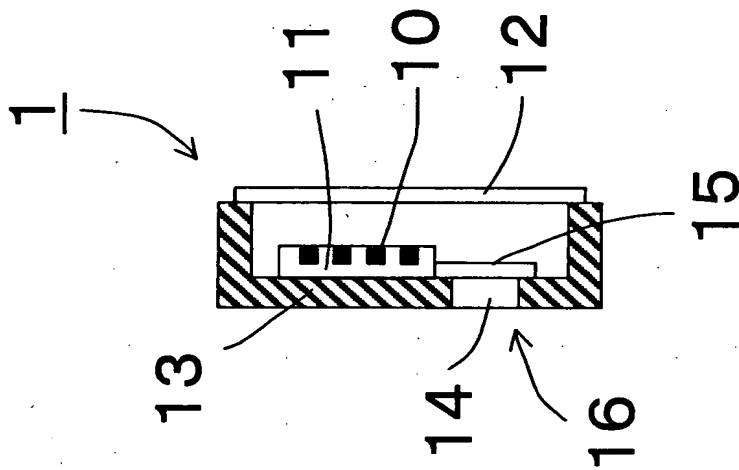
【符号の説明】

- 1 光検出器
- 2 コリメータレンズ
- 3 回折格子
- 4 光ファイバ
- 10 受光素子

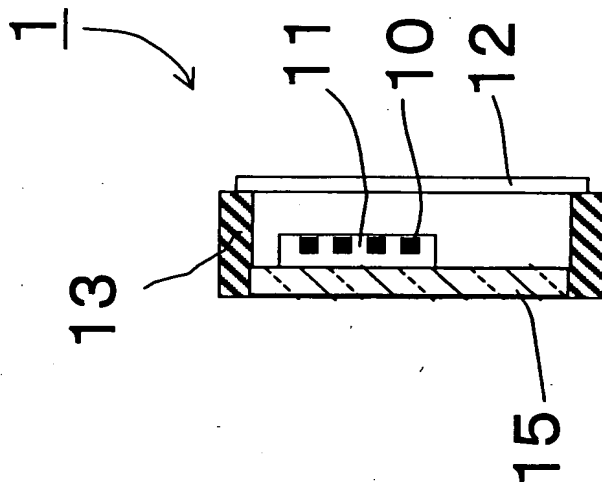
- 1 1、2 1 受光素子アレイ
- 1 2、1 6、2 6 透光窓
- 1 3 パッケージ
- 1 4 開口
- 1 5 透光性部材
- 2 3 セラミックパッケージ
- 2 8 接続端子
- 5 1 光ファイバからの入射光
- 5 2 コリメータレンズから回折格子に向かう入射光
- 5 3 回折格子で回折した光
- 5 4 コリメータレンズで集光された光

【書類名】 図面

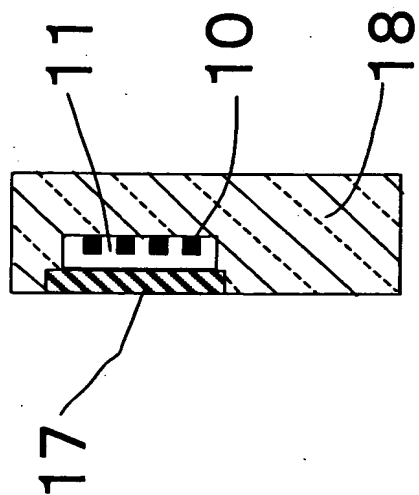
【図 1】



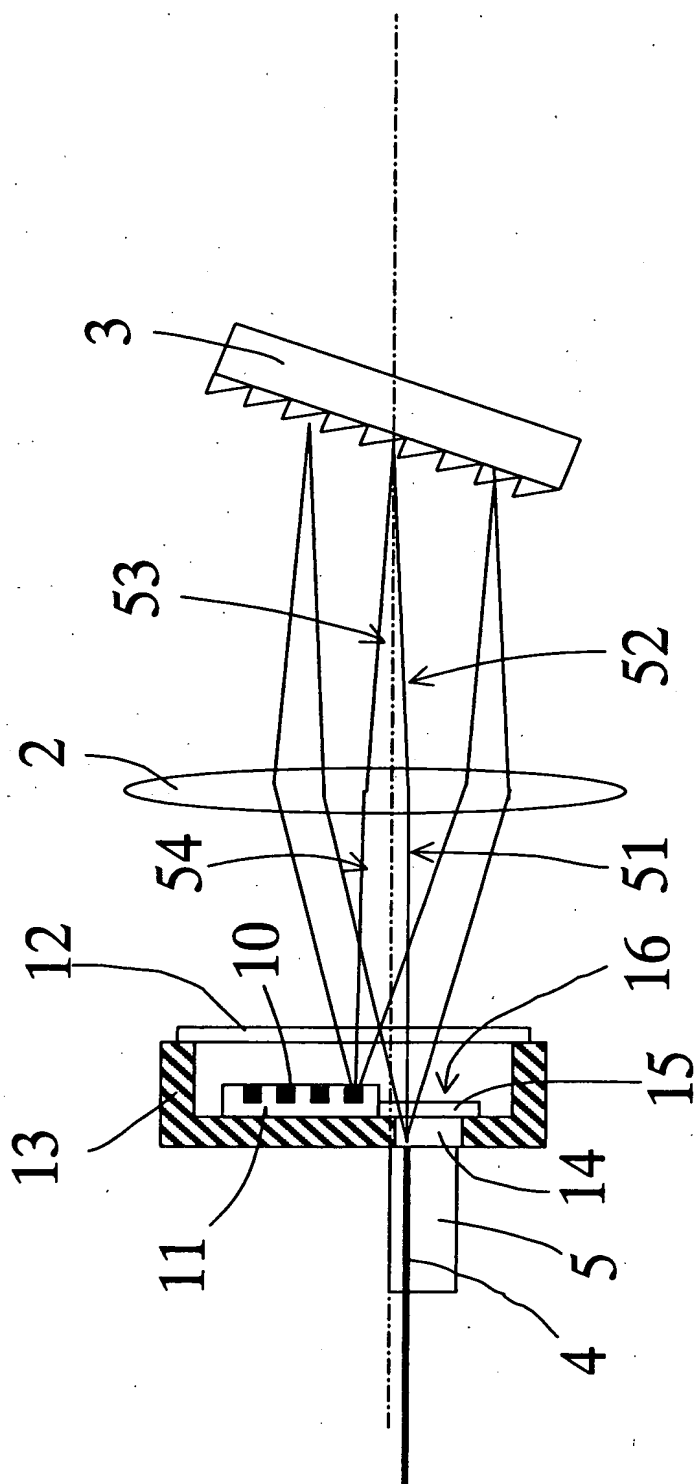
【図 2】



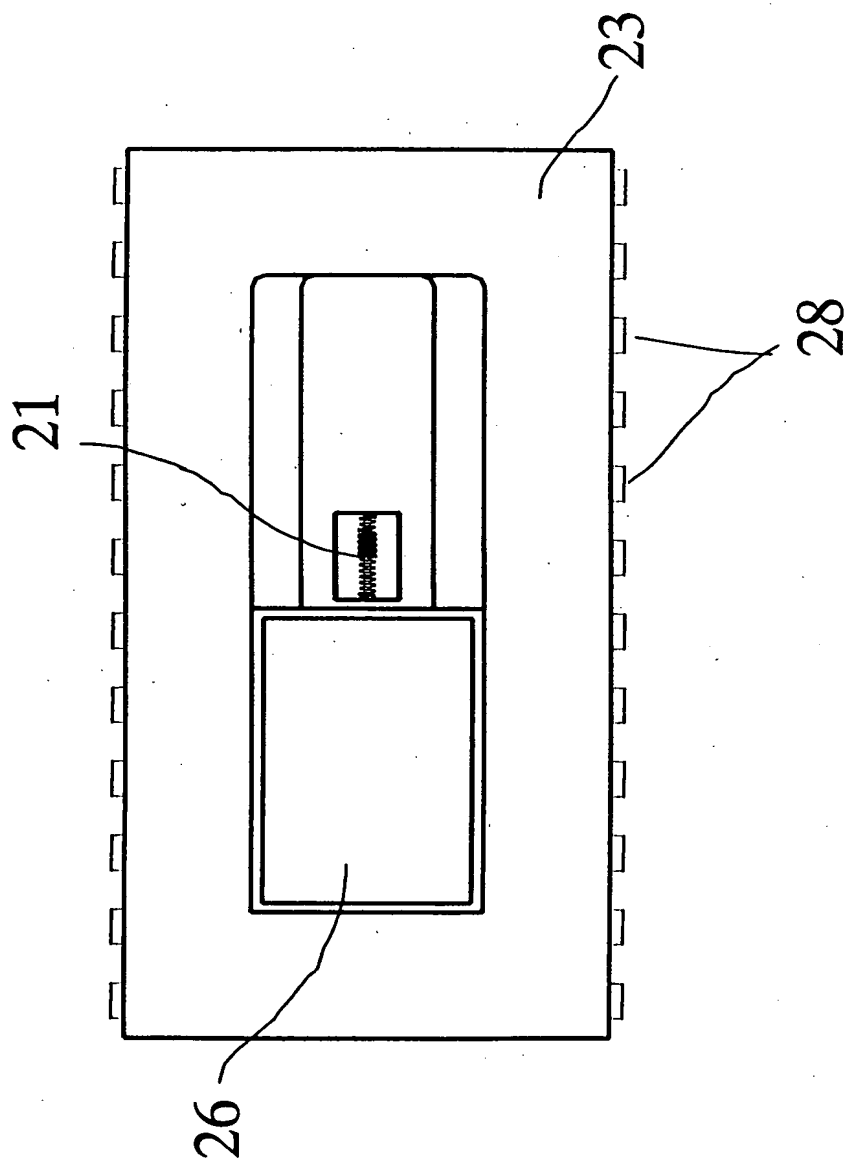
【図 3】



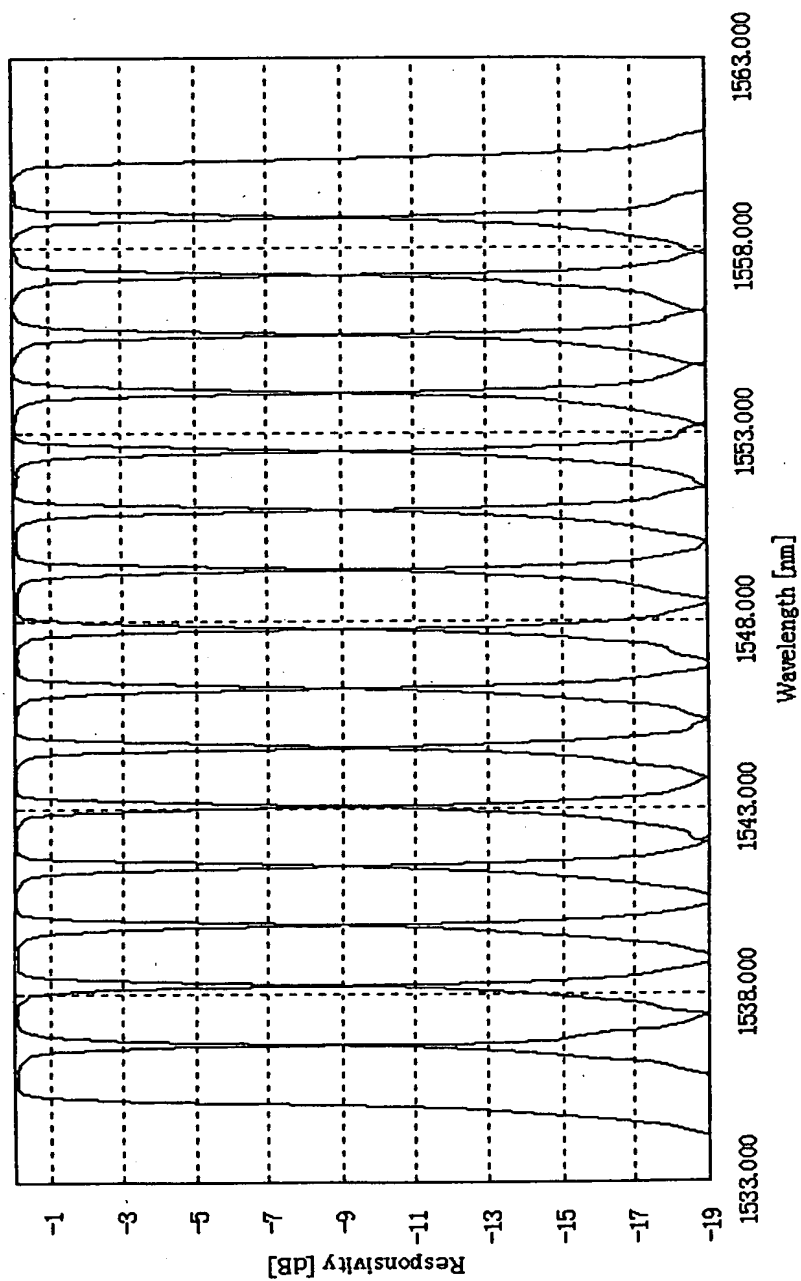
【図 4】



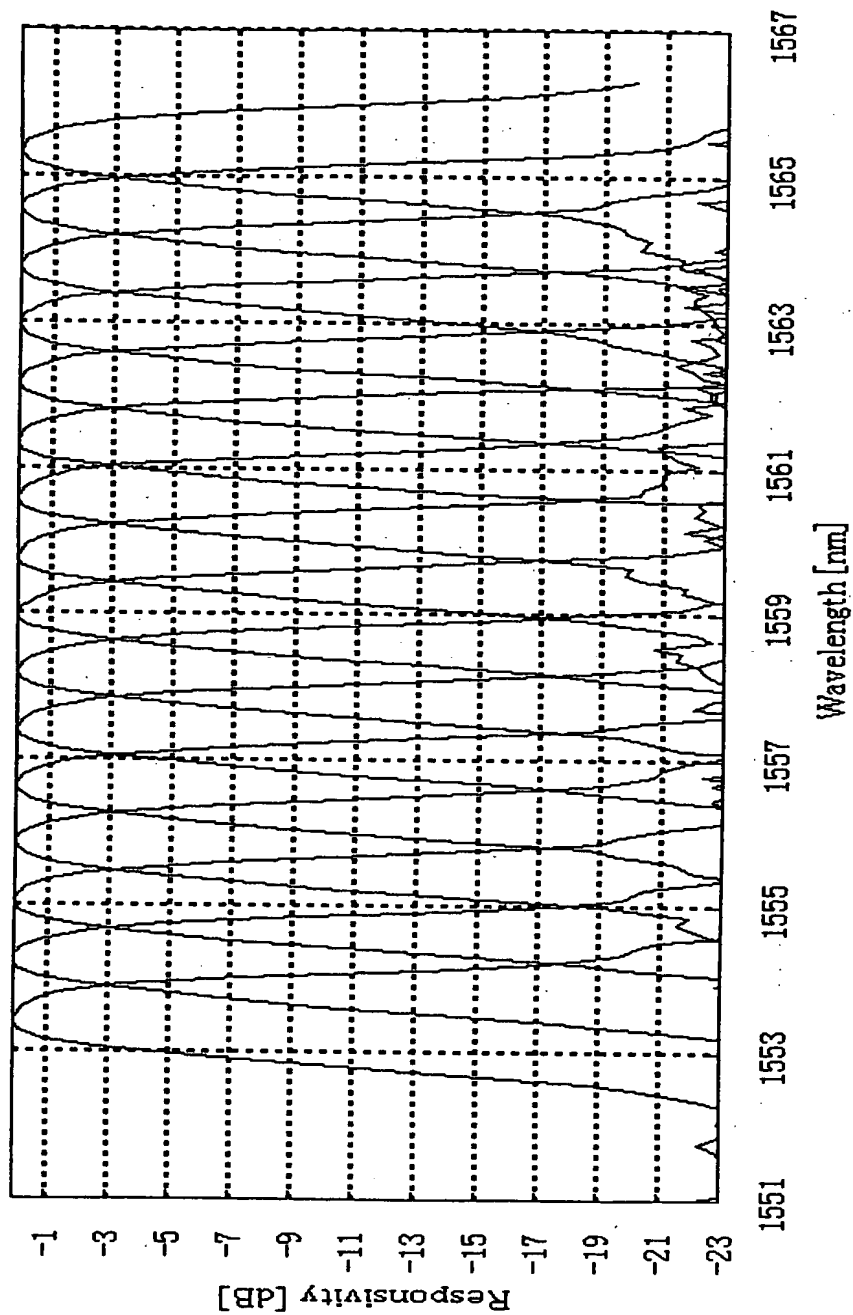
【図 5】



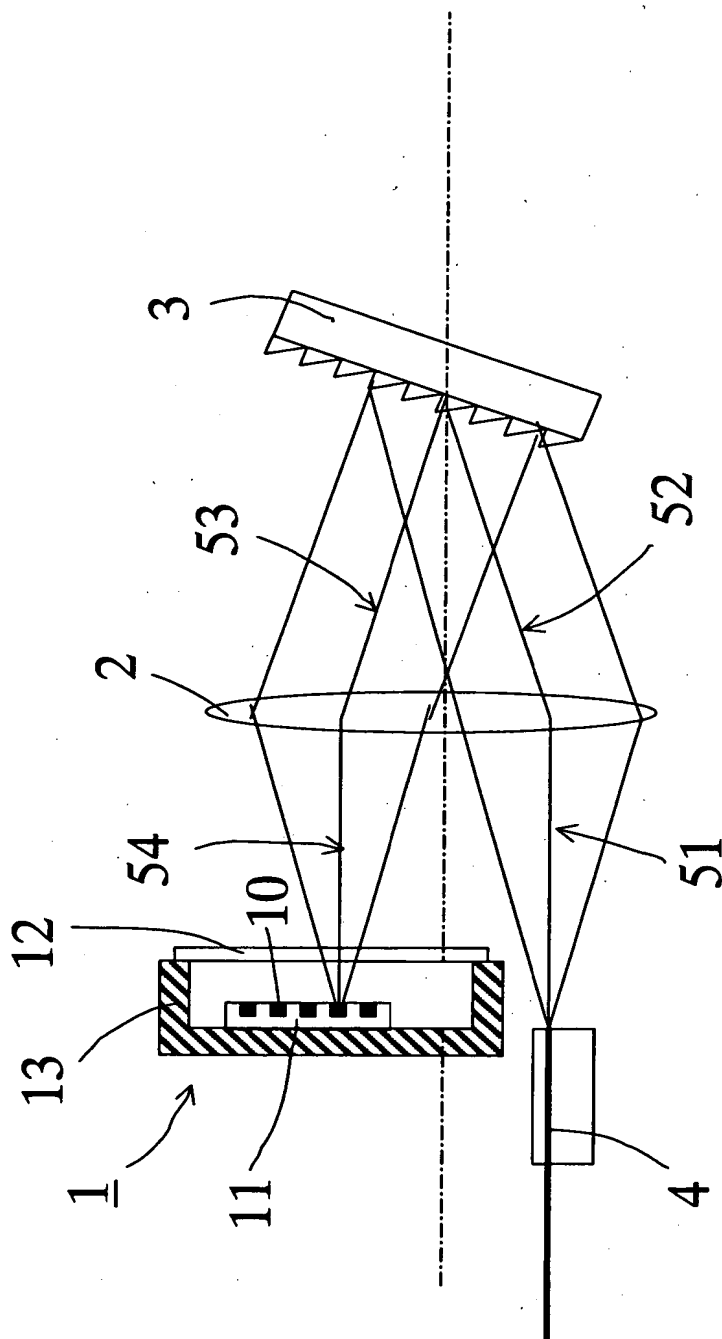
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光検出器 1 は、有限の大きさを有するパッケージ 1 3 の内部に受光素子アレイ 1 1 を実装している。このため、理想的なリトロー配置になるように光ファイバと受光素子アレイ 1 1 を配置しようとしてもパッケージ 1 3 が邪魔になり、光ファイバと光検出器 1 を一定距離以上近接して配置することができない。

【解決手段】

本発明の光検出器 1 は、受光素子アレイ 1 1 と、その受光素子アレイ 1 1 を実装したパッケージ 1 3 と、受光素子の受光面に被検出光を入射させる透光窓 1 2 とを有し、パッケージ 1 3 の受光素子に隣接する位置に、被検出光に略平行な光線の透過を可能にする開口 1 4 を設けた。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-394406
受付番号	50001677642
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年 1月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 2000年12月14日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

氏 名 日本板硝子株式会社